

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 2 月 14 日 (14.02.2002)

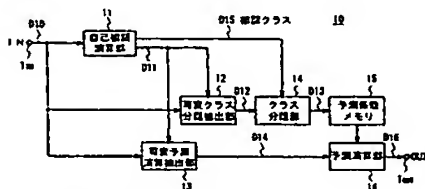
PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/13182 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G10L 13/00, (KONDO, Tetsujiro) [JP/JP]. 渡辺 勉 (WATANABE, Tsutomu) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/06595
- (22) 国際出願日: 2001 年 7 月 31 日 (31.07.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2000-238895 2000 年 8 月 2 日 (02.08.2000) JP
- (74) 代理人: 弁理士 田辺恵基 (TANABE, Shigemoto); 〒150-0001 東京都渋谷区神宮前1丁目11番11-508号 グリーンフアンタジアビル5階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): NO, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 近藤哲二郎
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: DIGITAL SIGNAL PROCESSING METHOD, LEARNING METHOD, APPARATUSES FOR THEM, AND PROGRAM STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称: デジタル信号処理方法、学習方法及びそれらの装置並びにプログラム格納媒体



11...AUTOCORRELATION CALCULATING SECTION
D15...CORRELATION CLASS
12...VARIABLE CATEGORY CLASS EXTRACTING SECTION
14...CATEGORIZING SECTION
15...PREDICTION COEFFICIENT MEMORY
16...PREDICTION CALCULATING SECTION
13...VARIABLE PREDICTION CALCULATION EXTRACTING SECTION

(57) Abstract: A digital signal processing method for further improving the reproducibility of the waveform of a digital signal, a learning method, apparatuses for them, and a program storage medium are disclosed. Segments are cut out from a digital signal (D10) by means of windows different in size to calculate their autocorrelation coefficients (D40, D41). The class is determined on the basis of the result of calculation (D15) of the autocorrelation coefficients (D40, D41). The digital signal (D10) is converted by a prediction method corresponding to the class. Therefore, conversion further adapted to the feature of the digital signal (D10) is carried out.

(57) 要約:

デジタル信号の波形再現性を一段と向上し得るデジタル信号処理方法、学習方法及びそれらの装置並びにプログラム格納媒体を提案する。デジタル信号 D10 から複数の大きさの窓で切り出してそれぞれの自己相関係数 D40 及び D41 を算出し、自己相関係数 D40 及び D41 の算出結果 D15 に基づいてそのクラスを分類し、分類されたクラスに対応した予測方式でデジタル信号 D10 を変換するようにしたことにより、一段とデジタル信号 D10 の特徴に適応した変換を行うことができる。

WO 02/13182 A1

This Page Blank (44-10)

明 細 書

デジタル信号処理方法、学習方法及びそれらの装置並びにプログラム格納媒体

技術分野

本発明はデジタル信号処理方法、学習方法及びそれらの装置並びにプログラム格納媒体に関し、レートコンバータ又はPCM (Pulse Code Modulation) 復号装置等においてデジタル信号に対してデータの補間処理を行うデジタル信号処理方法、学習方法及びそれらの装置並びにプログラム格納媒体に適用して好適なものである。

背景技術

従来、デジタルオーディオ信号をデジタル／アナログコンバータに入力する前に、サンプリング周波数を元の値の数倍に変換するオーバーサンプリング処理を行っている。これにより、デジタル／アナログコンバータから出力されたデジタルオーディオ信号はアナログ・アンチ・エイリアス・フィルタの位相特性が可聴周波数高域で一定に保たれ、また、サンプリングに伴うデジタル系のイメージ雑音の影響が排除されるようになされている。

かかるオーバーサンプリング処理では、通常、線形一次（直線）補間方式のデジタルフィルタが用いられている。このようなデジタルフィルタは、サンプリングレートが変わったりデータが欠落した場合等に、複数の既存データの平均値を求めて直線的な補間データを生成するものである。

ところが、オーバーサンプリング処理後のデジタルオーディオ信号は、線形一次補間によって時間軸方向に対してデータ量が数倍に緻密になっているものの、オーバーサンプリング処理後のデジタルオーディオ信号の周波数帯域は変換前とあまり変わらず、音質そのものは向上していない。さらに、補間されたデータは必ずしもA/D変換前のアナログオーディオ信号の波形に基づいて生成されたの

ではないため、波形再現性もほとんど向上していない。

また、サンプリング周波数の異なるデジタルオーディオ信号をダビングする場合において、サンプリング・レート・コンバータを用いて周波数を変換しているが、かかる場合でも線形一次デジタルフィルタによって直線的なデータの補間しか行うことができず、音質や波形再現性を向上することが困難であった。さらに、デジタルオーディオ信号のデータサンプルが欠落した場合において同様である。

発明の開示

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、デジタル信号の波形再現性を一段と向上し得るデジタル信号処理方法、学習方法及びそれらの装置並びにプログラム格納媒体を提案しようとするものである。

かかる課題を解決するため本発明においては、デジタル信号から複数の大きさの窓で切り出してそれぞれの自己相関係数を算出し、自己相関係数の算出結果に基づいてそのクラスを分類し、分類されたクラスに対応した予測方式でデジタル信号を変換するようにしたことにより、一段とデジタル信号の特徴に適応した変換を行うことができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明によるオーディオ信号処理装置の構成を示す機能ブロック図である。

図2は、本発明によるオーディオ信号処理装置の構成を示すブロック図である。

図3は、オーディオデータ変換処理手順を示すフローチャートである。

図4は、自己相関演算部の構成を示すブロック図である。

図5は、自己相関係数判定方法の説明に供する略線図である。

図6は、タップ切り出し例を示す略線図である。

図7は、他の実施の形態における自己相関係数判定方法の説明に供する略線図である。

図8は、本発明による学習回路の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

図1においてオーディオ信号処理装置10は、デジタルオーディオ信号（以下これをオーディオデータと呼ぶ）のサンプリングレートを上げたり、オーディオデータを補間する際に、真値に近いオーディオデータをクラス分類適用処理によって生成するようになっている。

因みに、この実施の形態におけるオーディオデータとは、人間の声や楽器の音等を表す楽音データ、さらにはその他種々の音を表すデータのことである。

すなわち、オーディオ信号処理装置10において、自己相関演算部11は入力端子 T_{IN} から供給された入力オーディオデータD10を所定時間毎にカレントデータとして切り出した後、当該切り出した各カレントデータについて、後述する自己相関係数判定方法によって自己相関係数を算出し、当該算出した自己相関係数に基づいて、時間軸に切り出す領域及び位相変動の判定を行う。

自己相関演算部11は、このとき切り出した各カレントデータについて、時間軸に切り出す領域の判定を行った結果を抽出制御データD11として可変クラス分類抽出部12及び可変予測演算抽出部13に供給すると共に、位相変動の判定を行った結果を1ビットで表す相関クラスD15としてクラス分類部14に供給する。

また、可変クラス分類抽出部12は入力端子 T_{IN} から供給された入力オーディオデータD10を、自己相関演算部11から供給された抽出制御データD11に応じて指定された領域を切り出しすることにより、クラス分類しようとするオーディオ波形データ（以下、これをクラスタップと呼ぶ）D12を抽出（この実施の形態の場合、例えば6サンプルとする）し、これをクラス分類部14に供給

する。

クラス分類部 14 は、可変クラス分類抽出部 12 において抽出されたクラスタップ D12 を圧縮して圧縮データパターンを生成する ADRC (Adaptive Dynamic Range Coding) 回路部と、クラスタップ D12 の属するクラスコードを発生するクラスコード発生回路部とを有する。

ADRC 回路部はクラスタップ D12 に対して、例えば 8 ビットから 2 ビットに圧縮するような演算を行うことによりパターン圧縮データを形成する。この ADRC 回路部は、適応的量子化を行うものであり、ここでは、信号レベルの局所的なパターンを短い語長で効率的に表現することができるので、信号パターンのクラス分類のコード発生用に用いられる。

具体的には、6 つの 8 ビットのデータ (クラスタップ) をクラス分類しようとする場合、 2^{48} という膨大な数のクラスに分類しなければならず、回路上の負担が多くなる。そこで、この実施の形態のクラス分類部 14 ではその内部に設けられた ADRC 回路部で生成されるパターン圧縮データに基づいてクラス分類を行う。例えば 6 つのクラスタップに対して 1 ビットの量子化を実行すると、6 つのクラスタップを 6 ビットで表すことができ、 $2^6 = 64$ クラスに分類することができる。

ここで、ADRC 回路部は、クラスタップのダイナミックレンジを DR、ビット割り当てを m、各クラスタップのデータレベルを L、量子化コードを Q とすると、次式、

$$DR = MAX - MIN + 1$$

$$Q = \{ (L - MIN + 0.5) \times 2^m / DR \} \quad \dots\dots (1)$$

に従って、領域内の最大値 MAX と最小値 MIN との間を指定されたビット長で均等に分割して量子化を行う。なお、(1) 式において { } は小数点以下の切り捨て処理を意味する。かくして、自己相関演算部 11 において算出された自己

相関係数の判定結果（抽出制御データD11）に応じて抽出された6つのクラスタップが、それぞれ例えば8ビット（ $m=8$ ）で構成されているとすると、これらはADRC回路部においてそれぞれが2ビットに圧縮される。

このようにして圧縮されたクラスタップをそれぞれ q_n （ $n=1\sim6$ ）とすると、クラス分類部14に設けられたクラスコード発生回路部は、圧縮されたクラスタップ q_n に基づいて、次式、

$$class = \sum_{i=1}^n q_i (2^P)^i \quad \dots\dots (2)$$

に示す演算を実行することにより、そのクラスタップ（ $q_1\sim q_6$ ）が属するクラスを示すクラスコード $class$ を算出する。

ここで、クラスコード発生回路部は、算出したクラスコード $class$ に対応づけて自己相関演算部11から供給された1ビットで表されている相関クラスD15を統合し、これにより得られたクラスコード $class'$ を示すクラスコードデータD13を予測係数メモリ15に供給する。このクラスコード $class'$ は、予測係数メモリ15から予測係数を読み出す際の読み出しアドレスを示す。因みに（2）式において、 n は圧縮されたクラスタップ q_n の数を表し、この実施の形態の場合 $n=6$ であり、また P はADRC回路部において圧縮されたビット割り当てを表し、この実施の形態の場合 $P=2$ である。

このようにして、クラス分類部14は可変クラス分類抽出部12において入力オーディオデータD10から抽出されたクラスタップD12のクラスコードに対応づけて相関クラスD15を統合し、これにより得られたクラスコードデータD13を生成し、これを予測係数メモリ15に供給する。

予測係数メモリ15には、各クラスコードに対応する予測係数のセットがクラスコードに対応するアドレスにそれぞれ記憶されており、クラス分類部14から供給されるクラスコードデータD13に基づいて、当該クラスコードに対応する

アドレスに記憶されている予測係数のセット $W_1 \sim W_n$ が読み出され、予測演算部16に供給される。

また、予測演算部16には、可変予測演算抽出部13において自己相関演算部11からの抽出制御データD11に応じて可変クラス分類抽出部12と同様に切り出して抽出された予測演算しようとするオーディオ波形データ（以下、これを予測タップと呼ぶ）D14（ $X_1 \sim X_n$ ）が供給される。

予測演算部16は、可変予測演算抽出部13から供給された予測タップD14（ $X_1 \sim X_n$ ）と、予測係数メモリ15から供給された予測係数 $W_1 \sim W_n$ とに對して、次式

$$y' = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \cdots + w_n x_n \quad \cdots \cdots (3)$$

に示す積和演算を行うことにより、予測結果 y' を得る。この予測値 y' が、音質が改善されたオーディオデータD16として予測演算部16から出力される。

なお、オーディオ信号処理装置10の構成として図1について上述した機能ブロックを示したが、この機能ブロックを構成する具体的構成として、この実施の形態においては図2に示すコンピュータ構成の装置を用いる。すなわち、図2において、オーディオ信号処理装置10は、バスBUSを介してCPU21、ROM（Read Only Memory）22、予測係数メモリ15を構成するRAM（Random Access Memory）15、及び各回路部がそれぞれ接続された構成を有し、CPU11はROM22に格納されている種々のプログラムを実行することにより、図1について上述した各機能ブロック（自己相関演算部11、可変クラス分類抽出部12、可変予測演算抽出部13、クラス分類部14及び予測演算部16）として動作するようになされている。

また、オーディオ信号処理装置10にはネットワークとの間で通信を行う通信インターフェース24、フロッピディスクや光磁気ディスク等の外部記憶媒体から情報を読み出すリムーバブルドライブ28を有し、ネットワーク経由又は外

部記憶媒体から図1について上述したクラス分類適用処理を行うための各プログラムをハードディスク装置25のハードディスクに読み込み、当該読み込まれたプログラムに従ってクラス分類適用処理を行うこともできる。

ユーザは、キーボードやマウス等の入力手段26を介して所定のコマンドを入力することにより、CPU21に対して図1について上述したクラス分類処理を実行させる。この場合、オーディオ信号処理装置10はデータ入出力部27を介して音質を向上させようとするオーディオデータ（入力オーディオデータ）D10を入力し、当該入力オーディオデータD10に対してクラス分類適用処理を施した後、音質が向上したオーディオデータD16をデータ入出力部27を介して外部に出力し得るようになされている。

因みに、図3はオーディオ信号処理装置10におけるクラス分類適用処理の処理手順を示し、オーディオ信号処理装置10はステップSP101から当該処理手順に入ると、続くステップSP102において入力オーディオデータD10の自己相関係数を算出し、当該算出した自己相関係数に基づいて、自己相関演算部11において時間軸に切り出す領域及び位相変動の判定を行う。

時間軸に切り出す領域の判定結果（すなわち、抽出制御データD11）は入力オーディオデータD10の特徴部分及びその付近の振幅の起伏に類似性があるか否かに基づいて表されるものであり、クラスタップの切り出す領域を決定づけると共に、予測タップの切り出す領域を決定づけるものである。

従ってオーディオ信号処理装置10はステップSP103に移って、可変クラス分類抽出部12において、入力オーディオデータD10を判定結果（すなわち、抽出制御データD11）に応じて指定された領域を切り出すことにより、クラスタップD12を抽出する。そしてオーディオ信号処理装置10は、ステップSP104に移って、可変クラス分類抽出部12において抽出されたクラスタップD12に対して、クラスの分類を行う。

さらにオーディオ信号処理装置10は、クラス分類の結果得られたクラスコードに、自己相関演算部11において入力オーディオデータD10の位相変動の判

定結果により得られた相関クラスコードを統合し、これにより得られたクラスコードを用いて予測係数メモリ 15 から予測係数を読み出す。この予測係数は予め学習によりクラス毎に対応して格納されており、オーディオ信号処理装置 10 はクラスコードに対応した予測係数を読み出すことにより、このときの入力オーディオデータ D10 の特徴に合致した予測係数を用いることができる。

予測係数メモリ 15 から読み出された予測係数は、ステップ S P 1 0 5 において予測演算部 16 の予測演算に用いられる。これにより、入力オーディオデータ D10 はその特徴に適応した予測演算により、所望とするオーディオデータ D16 に変換される。かくして入力オーディオデータ D10 はその音質が改善されたオーディオデータ D16 に変換され、オーディオ信号処理装置 10 はステップ S P 1 0 6 に移って当該処理手順を終了する。

次に、オーディオ信号処理装置 10 の自己相関演算部 11 における入力オーディオデータ D10 の自己相関係数判定方法について説明する。

図 4 において、自己相関演算部 11 は入力端子 T_{IN} (図 1) から供給された入力オーディオデータ D10 を所定時間毎に各カレントデータとして切り出すようになされており、このとき切り出したカレントデータを自己相関係数算出部 40 及び 41 に供給する。

自己相関係数算出部 40 は切り出されたカレントデータに対して、次式、

$$W[k] = 0.54 + 0.46 * \cos(\pi * k / N) \quad \dots\dots (4)$$

(k = 0, \dots\dots, N-1)

に従ってハミング窓を乗算することにより、図 5 に示すように、注目する時間位置 *current* から左右対象となされた探索範囲データ AR1 (以下、これを相関窓 (小) と呼ぶ) を切り出す。

因みに、(4) 式において、「N」は相関窓のサンプル数を表しており、「u」は何番目のサンプルデータであるかを表している。

さらに自己相関係数算出部 40 は、切り出した相関窓（小）に基づいて、予め設定された自己相関演算範囲を選択するようになされており、このとき切り出された相関窓（小）AR1 に基づいて、例えば自己相関演算範囲 SC1 を選択し、次式、

$$R(t) = \frac{1}{N-t} \sum_{i=0}^{N-1-t} g(i) g(i+t) \quad \dots\dots (5)$$

に従って、N 個のサンプリング値からなる信号波形 $g(i)$ と、その遅れ時間 t だけずらせた信号波形 $g(i+t)$ に対して、それぞれかけ合わせて累積し、平均化することにより、自己相関演算範囲 SC1 の自己相関係数 D40 を算出し、これを判定演算部 42 に供給する。

一方、自己相関係数算出部 41 は自己相関係数算出部 40 と同様にして、切り出されたカレントデータに対して、上述の（4）式と同様の演算により、ハミング窓を乗算することにより、注目する時間位置 *current* から左右対象となされた探索範囲データ AR2（以下、これを相関窓（大）と呼ぶ）を切り出す（図 5）。

因みに、自己相関係数算出部 40 が（4）式を用いる際のサンプル数「N」は、自己相関係数算出部 41 が（4）式を用いる際のサンプル数「N」よりも小さくなるように設定される。

さらに自己相関係数算出部 41 は、予め設定された自己相関演算範囲のうち、切り出した相関窓（小）の自己相関演算範囲に対応づけて選択するようになされており、このとき切り出された相関窓（小）AR1 の自己相関演算範囲 SC1 に対応づけられた自己相関演算範囲 SC3 を選択する。そして自己相関係数算出部 41 は、上述の（5）式と同様の演算により、自己相関演算範囲 SC3 の自己相関係数 D42 を算出し、これを判定演算部 42 に供給する。

判定演算部 42 は、自己相関係数算出部 40 及び 41 から供給された各々の自

自己相関係数に基づいて、入力オーディオデータD10の時間軸に切り出す領域の判定を行うようになされており、このとき自己相関係数算出部40及び41から供給された自己相関係数D40の値と、自己相関係数D41の値とに大きな差があった場合、このことは相関窓AR1に含まれているデジタルで表されたオーディオ波形の状態と、相関窓AR2に含まれているデジタルで表されたオーディオ波形の状態とが極端にかけ離れている、つまり相関窓AR1及びAR2それぞれのオーディオ波形に類似性がない非定常状態であることを表している。

従って判定演算部42はこのとき入力された入力オーディオデータD10の特徴を見い出して予測演算を一段と向上させるためには、クラスタップ及び予測タップのサイズ（時間軸に切り出す領域）を短くする必要性があると判定する。

従って判定演算部42は、クラスタップ及び予測タップのサイズ（時間軸に切り出す領域）を相関窓（小）AR1と同様のサイズに切り出すように決定づける抽出制御データD11を生成し、これを可変クラス分類抽出部12（図1）及び可変予測演算抽出部13（図1）に供給する。

この場合可変クラス分類抽出部12（図1）では、抽出制御データD11によって例えば図6（A）に示すようにクラスタップを短く切り出し、また可変予測演算抽出部13（図1）では、抽出制御データD11によって図6（C）に示すようにクラスタップと同様のサイズで予測タップを短く切り出す。

これに対して、自己相関係数算出部40及び41から供給された自己相関係数D40の値と、自己相関係数D41の値とに大きな差がない場合、このことは相関窓AR1に含まれているデジタルで表されたオーディオ波形の状態と、相関窓AR2に含まれているデジタルで表されたオーディオ波形の状態とが極端にかけ離れていない、つまりオーディオ波形に類似性がある定常状態であることを表している。

従って判定演算部42は、クラスタップ及び予測タップのサイズ（時間軸に切り出す領域）を長くした場合においても、このとき入力された入力オーディオデータD10の特徴を見い出して予測演算を十分に行い得ると判定する。

従って判定演算部42は、クラスタップ及び予測タップのサイズ（時間軸に切り出す領域）を相関窓（大）AR2と同様のサイズに切り出すように決定づける抽出制御データD11を生成し、これを可変クラス分類抽出部12（図1）及び可変予測演算抽出部13（図1）に供給する。

この場合可変クラス分類抽出部12（図1）では、抽出制御データD11によって例えば図6（B）に示すようにクラスタップを長く切り出し、また可変予測演算抽出部13（図1）では、抽出制御データD11によって図6（D）に示すようにクラスタップと同様のサイズで予測タップを長く切り出す。

また、判定演算部42は自己相関係数算出部40及び41から供給された各々の自己相関係数に基づいて、入力オーディオデータD10の位相変動の判定を行うようになされており、このとき自己相関係数算出部40及び41から供給された自己相関係数D40の値と、自己相関係数D41の値とに大きな差があった場合、このことはオーディオ波形に類似性がない非定常状態であることを表しているため、判定演算部42は1ビットで表される相関クラスD15を立て（すなわち、「1」にする）、クラス分類部14に供給する。

これに対して、判定演算部42はこのとき自己相関係数算出部40及び41から供給された自己相関係数D40の値と、自己相関係数D41の値とに大きな差がない場合、このことはオーディオ波形に類似性がある定常状態であることを表しているため、判定演算部42は1ビットで表される相関クラスD15を立てず（すなわち、「0」である）にクラス分類部14に供給する。

このように、自己相関演算部11は相関窓AR1及びAR2それぞれのオーディオ波形に類似性がない非定常状態であるときには、入力オーディオデータD10の特徴を見い出して予測演算を一段と向上させるために、タップを短く切り出すように決定づける抽出制御データD11を生成すると共に、相関窓AR1及びAR2それぞれのオーディオ波形に類似性がある定常状態であるときには、タップを長く切り出すように決定づける抽出制御データD11を生成することができる。

また、自己相関演算部 1 1 は相関窓 A R 1 及び A R 2 それぞれのオーディオ波形に類似性がない非定常状態であるときには、1 ビットで表される相関クラス D 1 5 を立て（すなわち、「1」にする）ると共に、相関窓 A R 1 及び A R 2 それぞれのオーディオ波形に類似性がある定常状態であるときには、1 ビットで表される相関クラス D 1 5 を立てず（すなわち、「0」である）にクラス分類部 1 4 に供給することができる。

この場合、オーディオ信号処理装置 1 0 は自己相関演算部 1 1 から供給された相関クラス D 1 5 を、このとき可変分類抽出部 1 2 から供給されたクラスタップ D 1 2 のクラス分類された結果得られたクラスコード *class* に統合するため、一段と多くのクラス分類の頻度から予測演算を行うことができ、これにより一段と音質が改善されたオーディオデータを生成することができる。

なお、この実施の形態においては、自己相関係数算出部 4 0 及び 4 1 が 1 つの自己相関演算範囲を選択する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、複数の自己相関演算範囲を選択するようにしても良い。

この場合、自己相関係数算出部 4 0（図 4）は、例えば図 7 に示すように、このとき切り出された相関窓（小）A R 3 に基づいて、予め設定された自己相関演算範囲を選択するとき、例えば自己相関演算範囲 S C 3 及び S C 4 を選択し、当該選択した自己相関演算範囲 S C 3 及び S C 4 それぞれの自己相関係数を上述の（5）式と同様の演算によって算出する。さらに自己相関係数算出部 4 0（図 4）は、自己相関演算範囲 S C 3 及び S C 4 それぞれ算出した自己相関係数を平均化することにより、新たに算出された自己相関係数を判定演算部 4 2（図 4）に供給する。

一方、自己相関係数算出部 4 1（図 4）は、このとき切り出された相関窓（小）A R 3 の自己相関演算範囲 S C 3 及び S C 4 に対応づけられた自己相関演算範囲 S C 5 及び S C 6 を選択し、当該選択した自己相関演算範囲 S C 5 及び S C 6 それぞれの自己相関係数を上述の（5）式と同様の演算によって算出する。さらに自己相関係数算出部 4 1（図 4）は、自己相関演算範囲 S C 5 及び S C 6 それ

ぞれ算出した自己関数係数を平均化することにより、新たに算出された自己関数係数を判定演算部 4 2 (図 4) に供給する。

このように、複数の自己相関演算範囲を選択するようにすれば、自己相関係数算出部は、一段と広範囲の自己相関演算範囲を確保することになり、これにより自己相関係数算出部は、一段と多くのサンプル数によって自己相関係数を算出することができる。

次に、図 1 について上述した予測係数メモリ 1 5 に記憶するクラス毎の予測係数のセットを予め学習によって得るための学習回路について説明する。

図 8 において、学習回路 3 0 は、高音質の教師オーディオデータ D 3 0 を生徒信号生成フィルタ 3 7 に受ける。生徒信号生成フィルタ 3 7 は、間引き率設定信号 D 3 9 により設定された間引き率で教師オーディオデータ D 3 0 を所定時間ごとに所定サンプル間引くようになされている。

この場合、生徒信号生成フィルタ 3 7 における間引き率によって、生成される予測係数が異なり、これに応じて上述のオーディオ信号処理装置 1 0 で再現されるオーディオデータも異なる。例えば、上述のオーディオ信号処理装置 1 0 においてサンプリング周波数を高くすることでオーディオデータの音質を向上しようとする場合、生徒信号生成フィルタ 3 7 ではサンプリング周波数を減らす間引き処理を行う。また、これに対して上述のオーディオ信号処理装置 1 0 において入力オーディオデータ D 1 0 の欠落したデータサンプルを補うことで音質の向上を図る場合には、これに応じて、生徒信号生成フィルタ 3 7 ではデータサンプルを欠落させる間引き処理を行うようになされている。

かくして、生徒信号生成フィルタ 3 7 は教師オーディオデータ 3 0 から所定の間引き処理により生徒オーディオデータ D 3 7 を生成し、これを自己相関演算部 3 1、可変クラス分類抽出部 3 2 及び可変予測演算抽出部 3 3 それぞれに供給する。

自己相関演算部 3 1 は生徒信号生成フィルタ 3 7 から供給された生徒オーディオデータ D 3 7 を所定時間毎の領域（この実施の形態の場合、例えば 6 サンプル

毎とする)に分割した後、当該分割された各時間領域の波形について、図4において上述した自己相関係数判定方法によりその自己相関係数を算出し、当該算出した自己相関係数に基づいて、時間軸に切り出す領域及び位相変動を判定する。

自己相関演算部31はこのとき算出した生徒オーディオデータD37の自己相関係数に基づいて、時間軸に切り出す領域の判定結果を抽出制御データD31として可変クラス分類抽出部32及び可変予測演算抽出部33にそれぞれ供給すると共に、位相変動の判定結果を相関データD35としてクラス分類部14に供給する。

また、可変クラス分類抽出部32は生徒信号生成フィルタ37から供給された生徒オーディオデータD37を、自己関数演算部31から供給された抽出制御データD31に応じて指定された領域を切り出しすることにより、クラス分類しようとするクラスタップD32を抽出(この実施の形態の場合、例えば6サンプルとする)し、これをクラス分類部34に供給する。

クラス分類部34は、可変クラス分類抽出部32において抽出されたクラスタップD32を圧縮して圧縮データパターンを生成するADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)回路部と、クラスタップD32の属するクラスコードを発生するクラスコード発生回路部とを有する。

ADRC回路部はクラスタップD32に対して、例えば8ビットから2ビットに圧縮するような演算を行うことによりパターン圧縮データを形成する。このADRC回路部は、適応的量子化を行うものであり、ここでは、信号レベルの局所的なパターンを短い語長で効率的に表現することができるので、信号パターンのクラス分類のコード発生用に用いられる。

具体的には、6つの8ビットのデータ(クラスタップ)をクラス分類しようとする場合、 2^48 という膨大な数のクラスに分類しなければならず、回路上の負担が多くなる。そこで、この実施の形態のクラス分類部34ではその内部に設けられたADRC回路部で生成されるパターン圧縮データに基づいてクラス分類を行う。例えば6つのクラスタップに対して1ビットの量子化を実行すると、6つ

のクラスタップを6ビットで表すことができ、 $2^6 = 64$ クラスに分類することができる。

ここで、ADRC回路部は、クラスタップのダイナミックレンジをDR、ビット割り当てをm、各クラスタップのデータレベルをL、量子化コードをQとして、上述の(1)式と同様の演算により、領域内の最大値MAXと最小値MINとの間を指定されたビット長で均等に分割して量子化を行う。かくして、自己相関演算部31において算出された自己相関係数の判定結果(抽出制御データD31)に応じて抽出された6つのクラスタップが、それぞれ例えば8ビット($m=8$)で構成されているとすると、これらはADRC回路部においてそれぞれが2ビットに圧縮される。

このようにして圧縮されたクラスタップをそれぞれ q_n ($n=1\sim6$)とすると、クラス分類部34に設けられたクラスコード発生回路部は、圧縮されたクラスタップ q_n に基づいて、上述の(2)式と同様の演算を実行することにより、そのクラスタップ($q_1\sim q_6$)が属するクラスを示すクラスコードclassを算出する。

ここで、クラスコード発生回路部は、算出したクラスコードclassに対応づけて自己相関演算部31から供給された相関データD35を統合し、これにより得られたクラスコードclass'を示すクラスコードデータD34を予測係数メモリ15に供給する。このクラスコードclass'は、予測係数メモリ15から予測係数を読み出す際の読み出しアドレスを示す。因みに(2)式において、nは圧縮されたクラスタップ q_n の数を表し、この実施の形態の場合 $n=6$ であり、またPはADRC回路部において圧縮されたビット割り当てを表し、この実施の形態の場合 $P=2$ である。

このようにして、クラス分類部34は可変クラス分類部抽出部32において生徒オーディオデータD37から抽出されたクラスタップD32のクラスコードに対応づけて相関データD35を統合し、これにより得られたクラスコードデータD34を生成し、これを予測係数メモリ15に供給する。

また、予測係数算出部 3 6 には、可変予測演算抽出部 3 3 において自己相関演算部 3 1 からの抽出制御データ D 3 1 に応じて、可変クラス分類抽出部 3 2 と同様に切り出して抽出された予測演算しようとする予測タップ D 3 3 ($X_1 \sim X_n$) が供給される。

予測係数算出部 3 6 は、クラス分類部 3 4 から供給されたクラスコードデータ D 3 4 (クラスコード $class'$) と、各予測タップ D 3 3 と、入力端 T_{IN} から供給された高音質の教師オーディオデータ D 3 0 とを用いて、正規方程式を立てる。

すなわち、生徒オーディオデータ D 3 7 の n サンプルのレベルをそれぞれ x_1 、 x_2 、……、 x_n として、それぞれに p ビットの A D R C を行った結果の量子化データを q_1 、……、 q_n とする。このとき、この領域のクラスコード $class$ を上述の (2) 式のように定義する。そして、上述のように生徒オーディオデータ D 3 7 のレベルをそれぞれ、 x_1 、 x_2 、……、 x_n とし、高音質の教師オーディオデータ D 3 0 のレベルを y としたとき、クラスコード毎に、予測係数 w_1 、 w_2 、……、 w_n による n タップの線形推定式を設定する。これを次式、

$$y = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n \quad \dots\dots (6)$$

とする。学習前は、 w_n が未定係数である。

学習回路 3 0 では、クラスコード毎に、複数のオーディオデータに対して学習を行う。データサンプル数が M の場合、上述の (6) 式に従って、次式、

$$y_k = w_1 x_{k1} + w_2 x_{k2} + \dots + w_n x_{kn} \quad \dots\dots (7)$$

が設定される。但し $k = 1, 2, \dots, M$ である。

$M > n$ の場合、予測係数 w_1 、…… w_n は一意的に決まらないので、誤差ベクトル e の要素を次式、

$$e_k = y_k - \{w_1 x_{k1} + w_2 x_{k2} + \cdots w_n x_{kn}\} \quad \cdots \cdots (8)$$

によって定義し（但し、 $k = 1, 2, \cdots, M$ ）、次式、

$$e^2 = \sum_{k=0}^M e_k^2 \quad \cdots \cdots (9)$$

を最小にする予測係数を求める。いわゆる、最小自乗法による解法である。

ここで、（９）式による w_n の偏微分係数を求める。この場合、次式、

$$\begin{aligned} \frac{\partial e^2}{\partial w_i} &= \sum_{k=0}^M 2 \left[\frac{\partial e_k}{\partial w_i} \right] e_k = \sum_{k=0}^M 2 x_{ki} \cdot e_k \\ &= \sum_{k=0}^M 2 x_{ki} \cdot e_k \quad (i = 1, 2, \cdots, n) \quad \cdots \cdots (10) \end{aligned}$$

を「０」にするように、各 w_n ($n = 1 \sim 6$) を求めれば良い。

そして、次式、

$$X_{ij} = \sum_{p=0}^M x_{pi} \cdot x_{pj} \quad \cdots \cdots (11)$$

$$Y_i = \sum_{k=0}^M x_{ki} \cdot y_k \quad \cdots \cdots (12)$$

のように、 X_{ij} 、 Y_i を定義すると、（１０）式は行列を用いて次式、

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}$$

..... (13)

として表される。

この方程式は、一般に正規方程式と呼ばれている。なお、ここでは $n = 6$ である。

全ての学習用データ（教師オーディオデータ D30、クラスコード `class`、予測タップ D33）の入力が完了した後、予測係数算出部 36 は各クラスコード `class` に上述の (13) 式に示した正規方程式を立てて、この正規方程式を掃き出し法等の一般的な行列解法を用いて、各 w_n について解き、各クラスコード毎に、予測係数を算出する。予測係数算出部 36 は、算出された各予測係数 (D36) を予測係数メモリ 15 に書き込む。

このような学習を行った結果、予測係数メモリ 15 には、量子化データ q_1 、.....、 q_6 で規定されるパターン毎に、高音質のオーディオデータ y を推定するための予測係数が、各クラスコード毎に格納される。この予測係数メモリ 15 は、図 1 について上述したオーディオ信号処理装置 10 において用いられる。かかる処理により、線形推定式に従って通常のオーディオデータから高音質のオーディオデータを作成するための予測係数の学習が終了する。

このように、学習回路 30 は、オーディオ信号処理装置 10 において補間処理を行う程度を考慮して、生徒信号生成フィルタ 37 で高音質の教師オーディオデータの間引き処理を行うことにより、オーディオ信号処理装置 10 における補間処理のための予測係数を生成することができる。

以上の構成において、オーディオ信号処理装置 10 は、自己相関演算部 11 に

において入力オーディオデータD10の時間波形領域での自己相関係数を算出する。自己相関演算部11が判定する判定結果は入力オーディオデータD10の音質ごとに変わるもので、オーディオ信号処理装置10は入力オーディオデータD10の自己相関係数の判定結果に基づいてそのクラスを特定する。

オーディオ信号処理装置10は、予め学習時に例えば歪みのない高音質のオーディオデータ（教師オーディオデータ）を得るための予測係数をクラス毎に求めておき、自己相関係数の判定結果に基づいてクラス分類された入力オーディオデータD10をそのクラスに応じた予測係数により予測演算する。これにより、入力オーディオデータD10はその音質に応じた予測係数を用いて予測演算されるので、実用上十分な程度に音質が向上する。

また、クラス毎の予測係数を生成する学習時において、位相の異なる多数の教師オーディオデータについてそれぞれに対応した予測係数を求めておくことにより、オーディオ信号処理装置10における入力オーディオデータD10のクラス分類適応処理時に位相変動が生じて、位相変動に対応した処理を行うことができる。

以上の構成によれば、入力オーディオデータD10の時間波形領域における自己相関係数の判定結果に基づいて入力オーディオデータD10をクラス分類し、当該クラス分類された結果に基づく予測係数を用いて入力オーディオデータD10を予測演算するようにしたことにより、入力オーディオデータD10を一段と高音質のオーディオデータD16に変換することができる。

なお上述の実施の形態においては、自己相関演算部11及び31が時間軸波形のデータ（相関窓（小）に基づいて選択した自己演算範囲SC1及び相関窓（大）から自己演算範囲SC1に対応づけて選択した自己演算範囲SC2）をそのまま用いて上述の（5）式に従って演算することにより、自己相関係数を算出する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、時間軸波形の傾斜極性に着目し、当該傾斜極性を特徴量として表されるデータに変換後、当該変換した変換データを上述の（5）式に従って演算することにより、自己相関係数を算出するよう

にしても良い。

この場合、時間軸波形の傾斜極性を特徴量として表されるデータに変換された変換データは、振幅成分が取り除かれるため、当該変換データを上述の（５）式に従って演算することにより算出された自己相関係数は、振幅に依存しない値として求められる。従って、変換データを上述の（５）式に従って演算することにより算出する自己相関演算部は、一段と周波数成分に依存した自己相関係数を求めることができる。

このように、時間軸波形の傾斜極性に着目し、当該傾斜極性を特徴量として表されるデータに変換後、当該変換した変換データを上述の（５）式に従って演算するようにすれば、一段と周波数成分に依存した自己相関係数を求めることができる。

また上述の実施の形態においては、自己相関演算部１１及び３１が位相変動の判定を行った結果である相関クラスＤ１５を１ビットで表す場合について述べたが、本発明はこれに限らず、多ビットで表すようにしても良い。

この場合、自己相関演算部１１の判定演算部４２（図４）は、自己相関係数算出部４０及び４１から供給された自己相関係数Ｄ４０の値と、自己相関係数Ｄ４１の値との差分値に応じて、多ビットで表す（量子化）相関クラスＤ１５を生成し、これをクラス分類部１４に供給する。

そしてクラス分類部１４は、自己相関演算部１１から供給された多ビットで表されている相関クラスＤ１５を図１について上述したＡＤＲＣ回路部においてパターン圧縮化し、当該相関クラスＤ１５が属するクラスを示すクラスコードｃ１ａｓｓ２を算出する。またクラス分類部１４は、このとき可変クラス分類抽出部１２から供給されたクラスタップＤ１２について算出したクラスコードｃ１ａｓｓ１に、相関クラスＤ１５について算出したクラスコードｃ１ａｓｓ２を統合し、これにより得られたクラスコードｃ１ａｓｓ３を示すクラスコードデータを予測係数メモリ１５に供給する。

さらに、クラスコードｃ１ａｓｓ３に対応する予測係数のセットを記憶する学

習回路の自己相関演算部 3 1 においても自己相関演算部 1 1 と同様に、多ビットで表す（量子化）相関クラス D 3 5 を生成し、これをクラス分類部 3 4 に供給する。

そしてクラス分類部 3 4 は、自己相関演算部 3 1 から供給された多ビットで表されている相関クラス D 3 5 を図 8 について上述した A D R C 回路部においてパターン圧縮化し、当該相関クラス D 3 5 が属するクラスを示すクラスコード c_{class5} を算出する。またクラス分類部 3 4 は、このとき可変クラス分類抽出部 3 2 から供給されたクラスタップ D 3 2 について算出したクラスコード c_{class4} に、相関クラス D 3 5 について算出したクラスコード c_{class5} を統合し、これにより得られたクラスコード c_{class6} を示すクラスコードデータを予測係数算出部 3 6 に供給する。

このようにすれば、自己相関演算部 1 1 及び 3 1 が位相変動の判定を行った結果である相関クラスを多ビットで表すことができ、これによりクラス分類の頻度を一段と多くできる。従って、クラス分類された結果に基づく予測係数を用いて入力されたオーディオデータの予測演算を行うオーディオ信号処理装置は、一段と高音質のオーディオデータに変換することができる。

さらに上述の実施の形態においては、窓関数としてハミング窓を用いて乗算する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ハミング窓に代えて、例えばハニング窓やブラックマン窓等、他の窓関数によって乗算するようにしても良い。

さらに上述の実施の形態においては、予測方式として線形一次による手法を用いる場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は学習した結果を用いるようにすれば良く、例えば多次関数による手法、さらには入力端子 T_{IN} から供給されるデジタルデータが画像データの場合には、画素値自体から予測する手法等、種々の予測方式を適用することができる。

さらに上述の実施の形態においては、圧縮データパターンを生成するパターン生成手段として、A D R C を行う場合について述べたが、本発明はこれに限らず

、例えば可逆符号化（DPCM: Differential Pulse Code Modulation）やベクトル量子化（VQ: Vector Quantize）等の圧縮手段を用いるようにしても良い。要は、信号波形のパターンを少ないクラスで表現し得るような情報圧縮手段であれば良い。

さらに上述の実施の形態においては、オーディオ信号処理装置（図2）がプログラムによってオーディオデータ変換処理手順を実行する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ハードウェア構成によってこれらの機能を実現して種々のデジタル信号処理装置（例えば、レートコンバータ、オーバーサンプリング処理装置、BS（Broadcasting Satellite）放送等に用いられているPCM（Pulse Code Modulation）エラー修正装置等）内に設けたり、又は各機能を実現するプログラムを格納したプログラム格納媒体（フロッピーディスク、光ディスク等）からこれらのプログラムを種々のデジタル信号処理装置にロードして各機能部を実現するようにしても良い。

上述のように本発明によれば、デジタル信号から複数の大きさの窓で切り出してそれぞれの自己相関係数を算出し、自己相関係数の算出結果に基づいてそのクラスを分類し、分類されたクラスに対応した予測方式でデジタル信号を変換するようにしたことにより、一段とデジタル信号の特徴に適応した変換を行うことができ、かくして、デジタル信号の波形再現性を一段と向上した高音質のデジタル信号への変換を行うことができる。

産業上の利用の可能性

本発明は、デジタル信号に対してデータの補間処理を行うレートコンバータ、PCM復号装置やオーディオ信号処理装置に利用し得る。

請 求 の 範 囲

1. デジタル信号を変換するデジタル信号処理方法において、

上記デジタル信号から複数の大きさの窓で切り出してそれぞれの自己相関係数を算出するステップと、

上記自己相関係数の算出結果に基づいてそのクラスを分類するステップと、

上記分類されたクラスに対応した予測方式で上記デジタル信号を予測演算することにより上記デジタル信号を変換してなる新たなデジタル信号を生成するステップと

を具えることを特徴とするデジタル信号処理方法。

2. 上記自己相関係数を算出するステップでは、

上記デジタル信号に対して、上記自己相関係数の算出対象として、少なくとも大局的な探索範囲と局所的な探索範囲とが設けられ、当該探索範囲について上記自己相関係数が算出される

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のデジタル信号処理方法。

3. 上記自己相関係数を算出するステップでは、

上記デジタル信号の振幅成分をなくした後、上記自己相関係数が算出されることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のデジタル信号処理方法。

4. デジタル信号を変換するデジタル信号処理装置において、

上記デジタル信号から複数の大きさの窓で切り出してそれぞれの自己相関係数を算出する自己相関係数算出手段と、

上記自己相関係数の算出結果に基づいてそのクラスを分類するクラス分類手段と、

上記分類されたクラスに対応した予測方式で上記デジタル信号を予測演算す

ることにより上記デジタル信号を変換してなる新たなデジタル信号を生成する予測演算手段と

を具えることを特徴とするデジタル信号処理装置。

5. 上記自己相関係数算出手段は、

上記デジタル信号に対して、上記自己相関係数の算出対象として、少なくとも大局的な探索範囲と局所的な探索範囲とを設け、当該探索範囲について上記自己相関係数を算出する

ことを特徴とする請求の範囲第4項に記載のデジタル信号処理装置。

6. 上記自己相関係数算出手段は、

上記デジタル信号の振幅成分をなくした後、上記自己相関係数を算出することを特徴とする請求の範囲第4項に記載のデジタル信号処理装置。

7. デジタル信号から複数の大きさの窓で切り出してそれぞれの自己相関係数を算出するステップと、

上記自己相関係数の算出結果に基づいてそのクラスを分類するステップと、

上記分類されたクラスに対応した予測方式で上記デジタル信号を予測演算することにより上記デジタル信号を変換してなる新たなデジタル信号を生成するステップと

を含むプログラムをデジタル信号処理装置に実行させるプログラム格納媒体

8. 上記自己相関係数を算出するステップでは、

上記デジタル信号に対して、上記自己相関係数の算出対象として、少なくとも大局的な探索範囲と局所的な探索範囲とが設けられ、当該探索範囲について上記自己相関係数が算出される

ことを特徴とする請求の範囲第7項に記載のプログラム格納媒体。

9. 上記自己相関係数を算出するステップでは、

上記デジタル信号の振幅成分をなくした後、上記自己相関係数が算出されることを特徴とする請求の範囲第7項に記載のプログラム格納媒体。

10. デジタル信号を変換するデジタル信号処理装置の上記変換処理の予測演算に用いられる予測係数を生成する学習方法において、

所望とするデジタル信号から当該デジタル信号を劣化させた生徒デジタル信号を生成するステップと、

上記生徒デジタル信号から複数の大きさの窓で切り出してそれぞれの自己相関係数を算出するステップと、

上記自己相関係数の算出結果に基づいてそのクラスを分類するステップと、

上記デジタル信号と上記生徒デジタル信号とに基づいて上記クラスに対応する予測係数を算出するステップと

を具えることを特徴とする学習方法。

11. 上記自己相関係数を算出するステップでは、

上記デジタル信号に対して、上記自己相関係数の算出対象として、少なくとも大局的な探索範囲と局所的な探索範囲とが設けられ、当該探索範囲について上記自己相関係数が算出される

ことを特徴とする請求の範囲第10項に記載の学習方法。

12. 上記自己相関係数を算出するステップでは、

上記デジタル信号の振幅成分をなくした後、上記自己相関係数が算出されることを特徴とする請求の範囲第10項に記載の学習方法。

13. デジタル信号を変換するデジタル信号処理装置の上記変換処理の予測演算に用いられる予測係数を生成する学習装置において、

所望とするデジタル信号から当該デジタル信号を劣化させた生徒デジタル信号を生成する生徒デジタル信号生成手段と、

上記生徒デジタル信号から複数の大きさの窓で切り出してそれぞれの自己相関係数を算出する自己相関係数算出手段と、

上記自己相関係数の算出結果に基づいてそのクラスを分類するクラス分類手段と、

上記デジタル信号と上記生徒デジタル信号とに基づいて上記クラスに対応する予測係数を算出する予測係数算出手段と

を具えることを特徴とする学習装置。

14. 上記自己相関係数算出手段は、

上記デジタル信号に対して、上記自己相関係数の算出対象として、少なくとも大域的な探索範囲と局所的な探索範囲とを設け、当該探索範囲について上記自己相関係数を算出する

ことを特徴とする請求の範囲第13項に記載の学習装置。

15. 上記自己相関係数算出手段は、

上記デジタル信号の振幅成分をなくした後、上記自己相関係数を算出することを特徴とする請求の範囲第13項に記載の学習装置。

16. 所望とするデジタル信号から当該デジタル信号を劣化させた生徒デジタル信号を生成するステップと、

上記生徒デジタル信号から複数の大きさの窓で切り出してそれぞれの自己相関係数を算出するステップと、

上記自己相関係数の算出結果に基づいてそのクラスを分類するステップと、

上記デジタル信号と上記生徒デジタル信号とに基づいて上記クラスに対応する予測係数を算出するステップと

を含むプログラムを学習装置に実行させるプログラム格納媒体。

17. 上記自己相関係数を算出するステップでは、

上記デジタル信号に対して、上記自己相関係数の算出対象として、少なくとも大局的な探索範囲と局所的な探索範囲とが設けられ、当該探索範囲について上記自己相関係数が算出される。

ことを特徴とする請求の範囲第16項に記載のプログラム格納媒体。

18. 上記自己相関係数を算出するステップでは、

上記デジタル信号の振幅成分をなくした後、上記自己相関係数が算出されることを特徴とする請求の範囲第16項に記載のプログラム格納媒体。

This Page Blank (uspto)

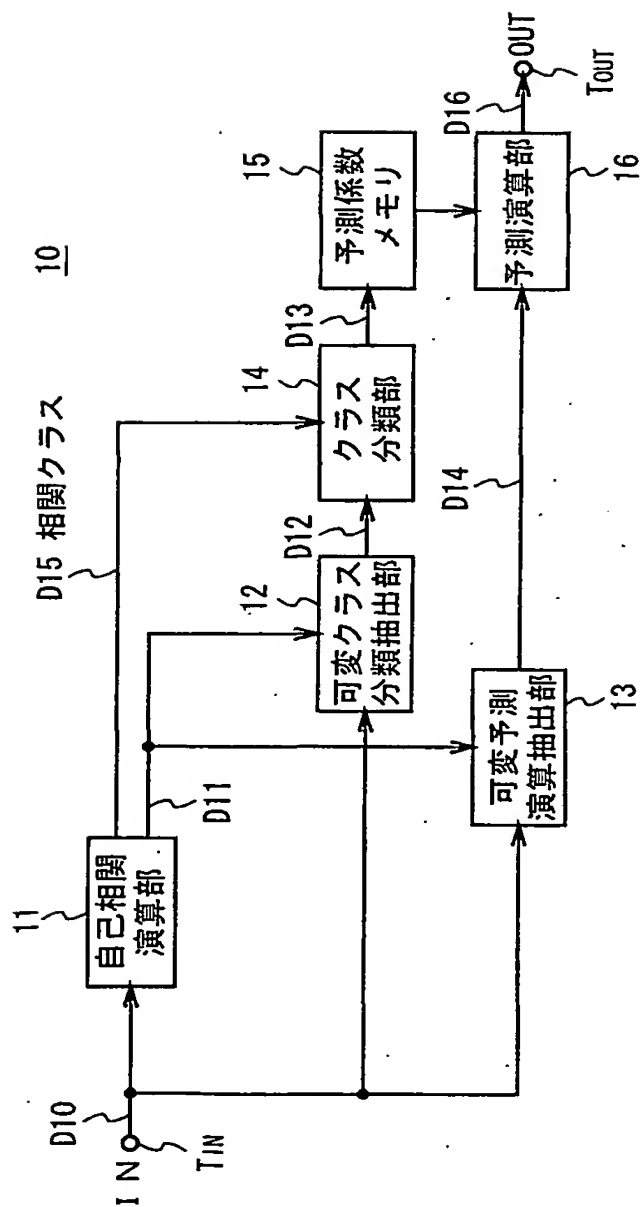


図1

This Page Blank (uspto)

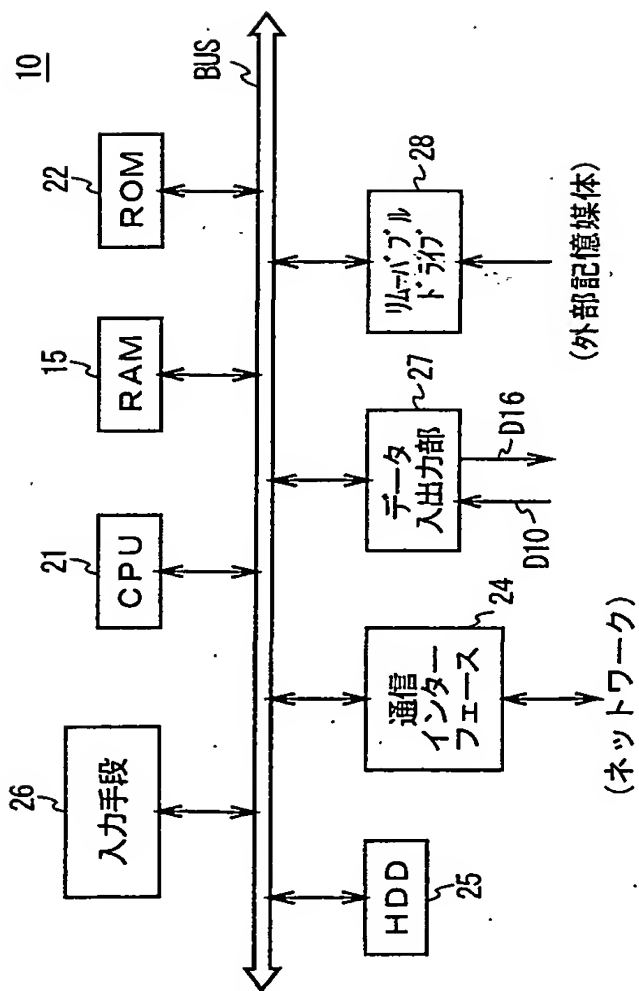


図 2

This Page Blank (usp'o)

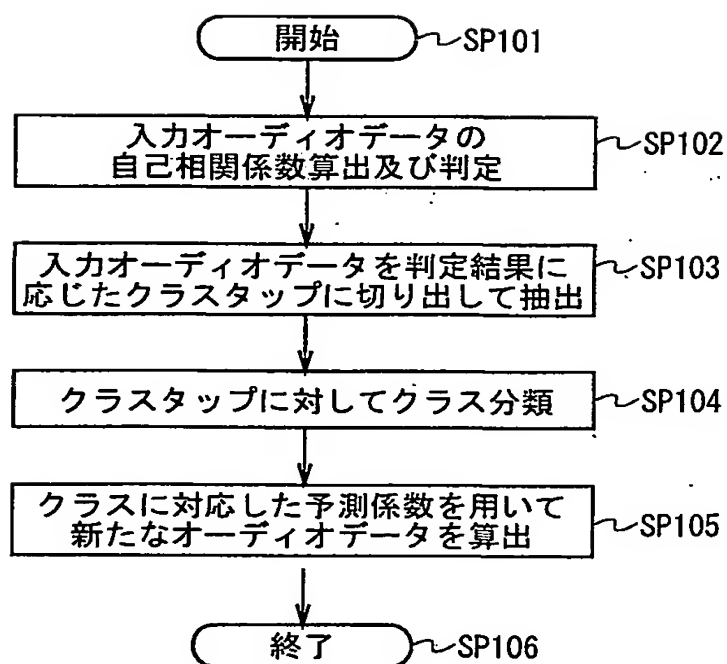


図 3

This Page Blank (uspto)

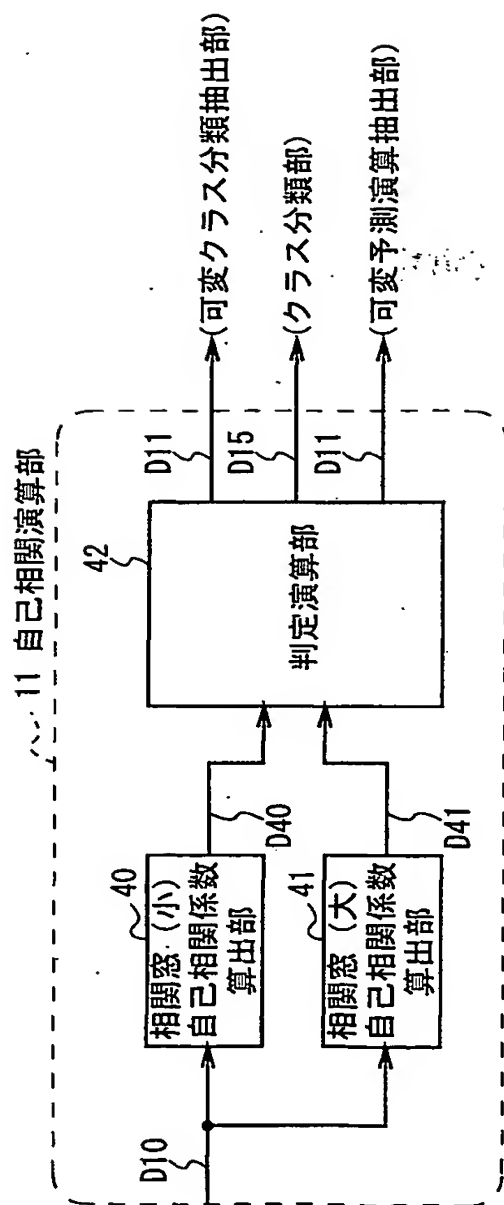


図 4

This Page Blank (uspto)

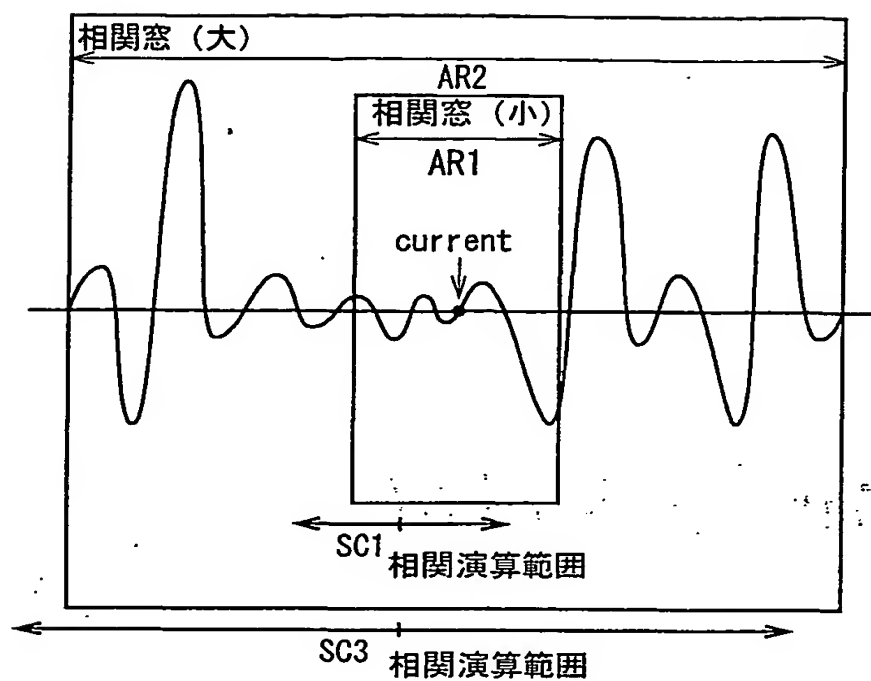


図 5

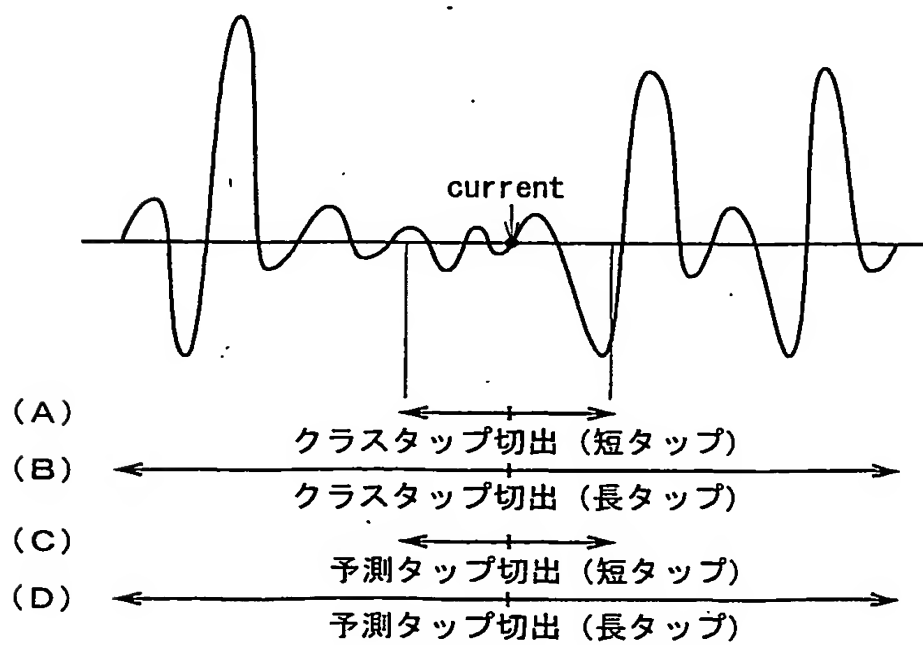


図 6

This Page Blank (uspto)

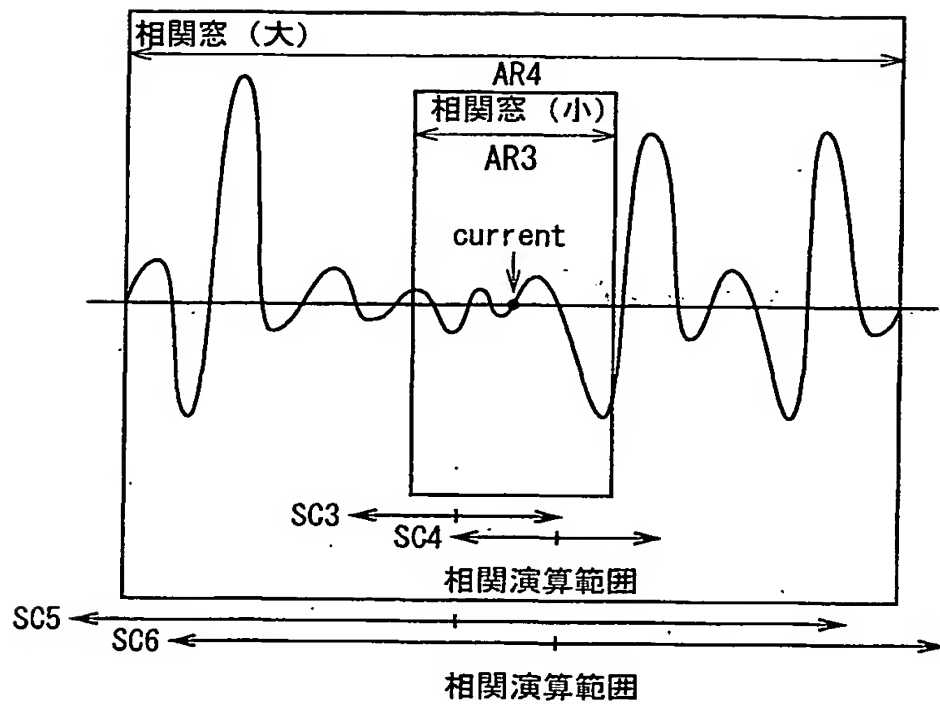


図 7

This Page Blank (uspto)

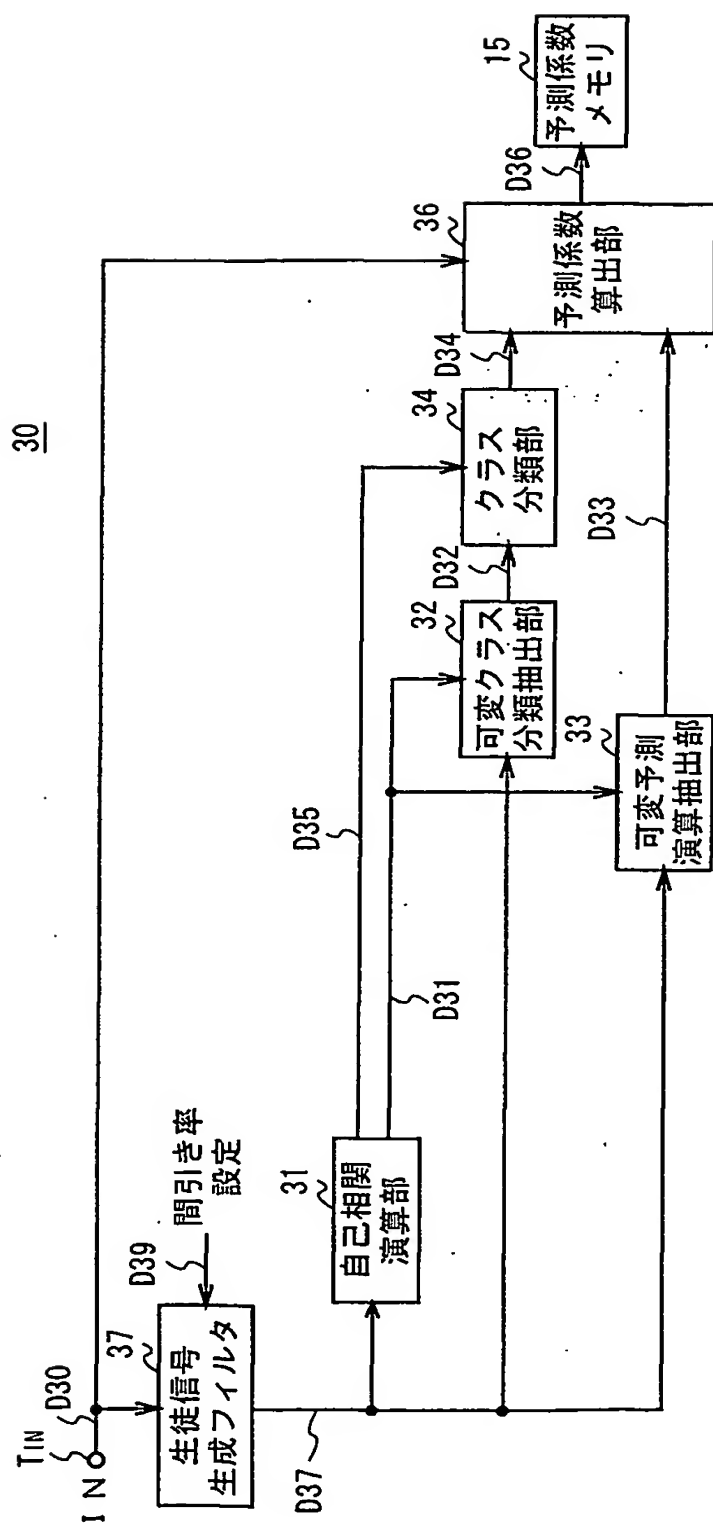


図 8

This Page Blank (uspto)

符 号 の 説 明

10……オーディオ信号処理装置、11……スペクトル処理部、22……ROM、15……RAM、24……通信インターフェース、25……ハードディスクドライブ、26……入力手段、27……データ入出力部、28……リムーバブルドライブ

This Page Blank (uspto)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

/JP01/06595

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G10L13/00, H03M7/32-38, H03H17/00-06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G10L13/00, H03M3/00-04, H03M7/32-38, H03H17/00-06, H04N7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 04-115628 A (Sony Corporation), 16 April, 1992 (16.04.92), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-18
A	JP 05-297898 A (Sony Corporation), 12 November, 1993 (12.11.93), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-18
A	JP 05-323999 A (Kokusai Electric Co., Ltd.), 07 December, 1993 (07.12.93), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-18
A	JP 06-051800 A (Sony Corporation), 25 February, 1994 (25.02.94), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-18
A	JP 10-313251 A (Sony Corporation), 24 November, 1998 (24.11.98), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
 23 October, 2001 (23.10.01)

Date of mailing of the international search report
 13 November, 2001 (13.11.01)

Name and mailing address of the ISA/
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06595

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-027564 A (Sony Corporation), 29 January, 1999 (29.01.99), Full text; Figs. 1 to 12 & EP 912045 A1 & WO 98/051072 A1	1-18
A	JP 2000-32402 A (Sony Corporation), 28 January, 2000 (28.01.00), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-18
A	JP 2000-78534 A (Sony Corporation), 14 March, 2000 (14.03.00), Full text; Figs. 1 to 16 (Family: none)	1-18
A	JP 57-144600 A (NEC Corporation), 07 September, 1982 (07.09.82), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-18
A	JP 60-195600 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 04 October, 1985 (04.10.85), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-18
A	US 5903866 A (Lucent Technologies Inc.), 10 March, 1997 (10.03.97), Full text; Figs. 1 to 6 & JP 10-307599 A & EP 865028 A1	1-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' G10L13/00 H03M7/32-38 H03H17/00-06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' G10L13/00 H03M3/00-04 H03M7/32-38
H03H17/00-06 H04N7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2001年

日本国登録実用新案公報 1971-2001年

日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 04-115628 A (ソニー株式会社) 16.4月.1992 (16.04.92) 全文, 第1-8図 (ファミリーなし)	1-18
A	J P 05-297898 A (ソニー株式会社) 12.11月.1993 (12.11.93) 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-18

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.10.01

国際調査報告の発送日

13.11.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

南 義明



5C

9381

電話番号 03-3581-1101 内線 3541

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 05-323999 A (国際電気株式会社) 7.12月.1993 (07.12.93) 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 06-051800 A (ソニー株式会社) 25.2月.1994 (25.02.94) 全文, 第1-9図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 10-313251 A (ソニー株式会社) 24.11月.1998 (24.11.98) 全文, 第1-7図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 11-027564 A (ソニー株式会社) 29.1月.1999 (29.01.99) 全文, 第1-12図 & EP 912045 A1 & WO 98/051072 A1	1-18
A	JP 2000-32402 A (ソニー株式会社) 28.1月.2000 (28.01.00) 全文, 第1-8図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 2000-78534 A (ソニー株式会社) 14.3月.2000 (14.03.00) 全文, 第1-16図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 57-144600 A (日本電気株式会社) 7.9月.1982 (07.09.82) 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 60-195600 A (三洋電機株式会社) 4.10月.1985 (04.10.85) 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-18
A	US 5903866 A (Lucent Technologie s Inc.) 10.3月.1997 (10.03.97) 全文, 第1-6図 & JP 10-307599 A & EP 865028 A1	1-18